

# 追悼; 高橋俊輔先生

2020年7月12日ご逝去 享年73歳

下記はIlukaカレッジの著書の紹介から引用・追記しました

高橋俊輔先生

- ・ 昭和飛行機工業株式会社 IPS・EV事業室 技師長
- ・ 早稲田大学 環境総合研究センター 客員上級研究員

早稲田大学 理工学部 機械工学科卒、早稲田大学大学院 理工学研究科卒。(熱力学修士)

1972年に三井造船株式会社入社後、商船の機関部基本設計・双胴船やLNGなどの特殊船舶企画開発・水中ロボットシステムの開発等に従事。

メカトロシステム営業部長を経て2003年退職。

同年、学校法人早稲田大学 環境総合研究センター参与(電動バスの開発)を経て、現在は客員上級研究員として非接触給電の開発に従事。

また、同じく2003年に昭和飛行機工業株式会社に入社後EVの開発に従事し、現在は非接触給電の開発に従事。

主な著書に「ワイヤレス給電技術がわかる本」(2011年・オーム社)がある。

《主な受賞歴》

1986年 日本船用機関学会賞

「省エネ推進プラントにおける設計上の考察」

2011年 産学官連携功労者表彰で環境大臣賞

「電動バス及び非接触充電装置の開発」

2012年 自動車技術会技術部門貢献賞

「ワイヤレス給電システム」

**2011年～2020年;** 自動車技術会ワイヤレス給電システム技術部門委員会幹事

**2014年～2017年;** 京都大学生存圏研究所 研究員(兼任)Volvo Project

・ **2020年8月13日 高橋さん追悼ZOOM会**

誕生1947年6月9日

1966年(S41)早稲田大学高等学院卒

2003年(H15)三井造船退社

2013年(H25) 昭和飛行機 退社

2011年～2020年; 自動車技術会ワイヤレス給電システム  
技術部門委員会 幹事を一緒に

2014年5月から2017年3月; 京都大学生存圏研究所  
VOLVO共同研究プロジェクト  
の研究員をさせていただきました



京都大学  
生存圏研究所  
研究員 (**VOLVO**共同研究)

高橋 俊輔

〒 611-0011 宇治市五ヶ庄  
Tel: 090-8010-9851  
E-Mail: stak@aoni.waseda.jp



京都大学  
生存圏研究所  
研究員 (**VOLVO**共同研究)

横井 行雄

〒 611-0011 京都府宇治市五ヶ庄  
Tel: 080-5049-6493 (携帯)  
E-Mail: yokoi.yukio.4s@kyoto-u.ac.jp  
yokoikyukio@jcom.zaqa.ne.jp

# 著書ならびに主な寄稿

著者 : 松木 英敏 著、高橋 俊輔 著  
定価 : 2,860円 (本体2,600円+税)  
判型 : A5  
頁 : 200頁  
ISBN : 978-4-274-21050-1  
発売日 : 2011/07/21  
発行元 : オーム社

株式会社イルカカレッジ ホーム > 書籍

## 書籍

### ワイレス給電に係わるすべての方に

#### 「ワイレス給電技術者育成のための基礎知識」



ワイレス給電の第一人者・高橋俊輔先生 著書

【A4判・全129頁 定価2,190円(税別)】

《構成》

第1章 ワイレス給電の基礎技術

1. ワイレス給電とは
2. ワイレス給電技術の歴史
3. ワイレス給電の基礎知識
4. ワイレス給電の種類と基本原理、特徴

第2章 ワイレス給電の具体的開発事例

1. 大電力～宇宙開発、次世代型路面電車(LRT)、電気自動車 (EV)～
2. 中電力～ロボット、電動車椅子、産業機器～
3. 省電力～情報通信機器、家電機器～
4. 医療機器

第3章 ワイレス給電技術の課題と方向性

1. 技術および規制などの課題
2. 今後の方向性

分担執筆  
2019年5月;令和初

電気自動車の  
モーションコントロールと走行中ワイヤレス給電

# 電気自動車の モーションコントロールと走行中ワイヤレス給電

Motion Control and Dynamic Wireless Power Transfer  
for Electric Vehicles



監修・堀 洋一/横井行雄

監修・堀 洋一/横井行雄

NTS

NTS

分担執筆  
2014年12月;教科書





# 最後の寄稿; 2019年4月号

# 車載テクノロジー 2020-7月号に寄稿予定でしたが未完



# ENGINE REVIEW

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS OF JAPAN Vol. 7 No. 2 2017  
JSME エンジンレビュー

特集：電動車両用の次世代充電インフラ

- ・非接触充電技術・標準化の現状
- ・走行中給電技術の展望
- ・電磁波による生体影響

連載:

- ・ガソリン案内噴射の開発史(連載第 3 回) Bendix Electrojector の登場とその進化を中心に

# 共同の寄稿; 高橋・横井・宮越 ENGINE REVIEW 2017年3月

ENGINE REVIEW  
SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS OF JAPAN Vol. 7 No. 2 2017

## 走行中給電技術の展望

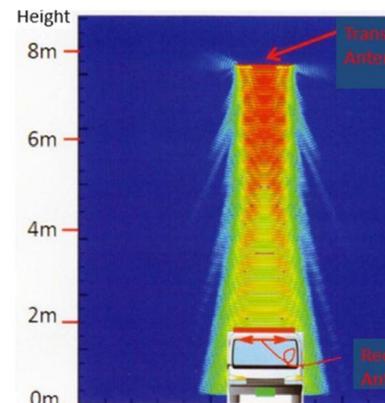
The prospects of the Dynamic Charging Technology

高橋 俊輔

Shunsuke TAKAHASHI

早稲田大学 環境総合研究センター

Waseda University Environmental Research Institute



### 1 EV への走行中ワイヤレス給電の必要性

EV の“電費”（単位電力量で走行可能な距離）は図1のように一般的には8~10km/kWh、軽量化を進めた車種では12km/kWhになるが、車の販売価格に見合った搭載電池量を考えると1充電走行距離は250km程度が経済的限界となり、長距離走行では頻繁な急速充電が必要となる。Tesla などのように内燃機関車と同等の500km以上走れるEVはあるが、その“電費”を見てみると6km/kWhと最新の軽量化EVの1/2程度で、10年ほど前の第2次EV時代並の性能になってしまふ。これは重い電池を多量に積んで走行距離を延ばしているためであって、CO<sub>2</sub>削減を目指してのEV普及の点からは逆方向に行っていることになる。また、バスにおいてはターミナルやバス停で停車中に充電するシステムでは短時間充電になるため、充電量からマイクロバスサイズか、大型バスの場合はプラグインハイブリッドバスを使用している短距離ルート運用にならざるを得ない。

上記のようにEVがエンジン車と同等の航続距離とエネルギー充填速度を実現するには、未だかなりの時間がかかりそうである。これは

長距離走行を実現するだけの高エネルギー密度と超急速充電性能を持った蓄電池が開発途上のためである。そこで、EVや大型電動バスを長距離走行させる究極の充電機能は充電のために停止せずに必要なエネルギーを常時受け取れる走行中給電となる。

高速道路を100km/hで走行中の4人乗り乗用車の動力は道路勾配が0%において15kW程度、マイクロバスで50kW程度、勾配が3%になるとそれぞれ30kW、95kW程度になると算定されることから、道路からの必要供給電力は重量車まで考えると10~200kW程度になると思われる。また車の最低地上高は軸距によって変わるが9~16cmで、市販大型トラックの実際の最低地上高は30cm程度である。図2にワイヤレス給電方式毎の伝送電力と伝送距離を示す。ここに走行中給電に求められる伝送電力10~200kWで伝送距離9~30cmの範囲を示すと、世界結合型と呼ばれる電磁誘導式と境界共振式で対応できることがわかる。ただ、条件によっては電波(マイクロ波)式や電界結合式でも走行中給電は可能である。なお、各ワイヤレス給電方式の詳細については紙面の関係で省略する。

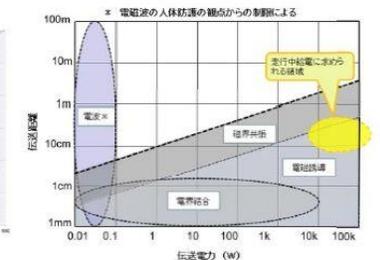
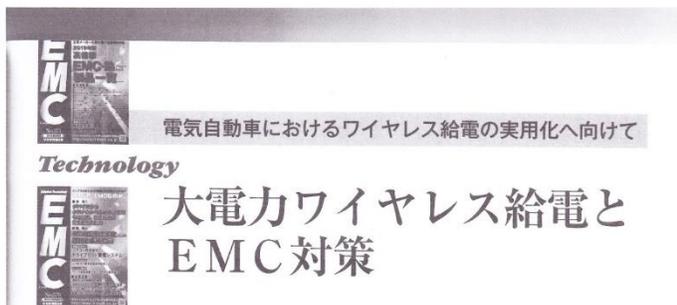


Fig.1 EVの電池搭載量と走行距離の関係

Fig.2 ワイヤレス給電方式の伝送電力と伝送距離



## 電気自動車におけるワイヤレス給電の実用化へ向けて

Technology

# 大電力ワイヤレス給電と EMC対策

早稲田大学 高橋 俊輔

WASEDA University Shunsuke TAKAHASHI

### Abstract

近年、地球温暖化やPM2.5に代表される大気汚染および化石燃料枯渇の問題に対処すべく自動車メーカーから従来の内燃機関に代わるクリーンな電気自動車 (EV) やプラグインハイブリッド自動車 (PHEV) が発表されているが、搭載しているリチウムイオン電池のエネルギー密度と充電性能が満足できるレベルまで到達できておらず、本格的な普及には未だ至っていない。EVの普及には充電システムの普及が不可欠であるが、現在広く使われている接触式充電システムには機種の課題があり、それを解決する手段として安全、容易に充電できる各種ワイヤレス給電 (WPT) システムの国際標準化、規格化が進められている。

一方、欧州や中国では既にディーゼルバスに替わって、多くの電気バス (e-Bus) が導入されている。1充電走行距離を長くするために大容量のリチウムイオン電池を搭載している、ターミナルでの短い待ち時間に充電をするため大電力の充電システムが使われている。大電力用の重く、大きなコネクタを挿抜する運転手の省力化のため、大電力のWPTシステムも開発されているが、まだ規格化などは行われていない。

WPTにも懸念はありますが、その中でもWPTは電磁波を使用するので、その電磁波の放射による電磁両立性 (EMC: Electromagnetic Compatibility) 対策が必要とされている。本稿ではEVおよびe-BusにおけるWPTの開発の現状と、大電力WPTの電磁環境および対策について述べる。

### 1. ワイヤレス給電の原理

空間を介して非接触で電力を伝送するWPTには

- ① 磁界を利用するもの：電磁誘導、境界共振
- ② 電界を利用するもの：電界結合
- ③ 電磁波放射を利用するもの：電波、レーザー

に大別され、それらの伝送電力と伝送距離を図1に示す。EV用として現状で実用域に達しているものは磁界を利用した境界共振型と呼ばれる電磁誘導式と境界共振式である。出力的には電磁誘導式では200kWのものが実用に供され、受電コイル間のギャップとしては境界共振式で50cm程度のものが実証されている。

### 1-1 電磁誘導式

1831年にイギリスのMichael Faradayが見出した、静止している導線の閉じた回路を通ずる磁束が変化すると、その変化を妨げる方向に電流を流そうとする電圧が生じると言うファラデーの電磁誘導法則に基づき、対向させたコイルと磁束取束の磁性体を用い、1次/2次コイル間に共通に鎖交する磁束を利用する電磁誘導式は、図2に示すようにギャップのある変圧器である。

1次コイルに交流電流を流すとコイル周囲に磁界が発生し、1次/2次コイルを共通に鎖交する磁束により2次コイルに誘導起電力が発生する。理想的な

- 2018年12月5日 ILUKA 朝山さんとの3ショット(FBで公表)





2019年3月2日  
早稲田大モビリティ研究会  
のあとに  
高田馬場  
酔床 梵天



「革新的なモビリティ社会の未来」

# UL JAPAN SEMINARにて 2017年9月8日

オートインサイト株式会社 代表 鶴原吉郎

- これからの 20 年でクルマに何が起こるのか？
- クルマがクルマでなくなる？
- 自動車産業のこれからを考える前に…
- IT 産業における価値形成の複層化とは？
- もう自動車業界でも始まっているクルマのサービス
- 変化の本質は何か？
- 無人カーが普及すると社会は、生活は、そして産業は？
- 事故が減る、渋滞も減る
- 少子高齢化・交通弱者にメリット
- 移動・物流のコストが安く
- 駐車場が不要になって土地を有効活用できる
- クルマは「持つもの」から「呼ぶもの」へ
- クルマの中で過ごす時間も変わる
- 新しいビジネスも出てくる
- EV の増加はなぜ必然か？
- 自動運転技術は、自動車ビジネスを「総合格闘技」にする
- でも、本当に完全自動運転は実現するの？
- 2021 年にレベル 4 の自動運転の実用化を目指す
- 海外では無人のモビリティの公道実験が始まっている
- 無人車両を前提にした物流ビジネスの模索も
- 自動運転車はどうやって走るのか？
- 自動運転の五つのレベル
- 2030 年以降に完全自動運転が実現？
- ただし、技術以外にも課題は山積



AutoInsight

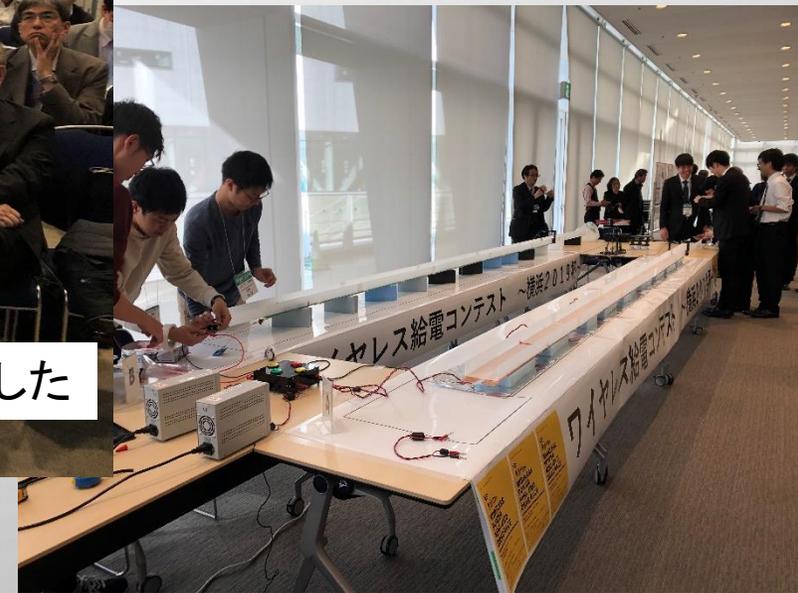
# 2019年11月29日 マイクロウェーブワークショップ WPT研コンテスト

MWE 2019  
FR3A  
ドローン向け無線電力伝送技術  
の最新動向  
Recent Trend of Wireless Power  
Transfer/Transmission  
Technology for Drones

一番最近の写真？



最前列で聴いておられました



# 2019年7月17日 WIPOTシンポジウム

@機械振興会館・東京タワー内 TOWER'S DINER

夜道をご一緒に芝公園まで帰りました



# 2019年5月23日 自技会春季大会 @パシフィコ横浜



SSの座長をされました  
私はフォーラムの司会



満席のフォーラム  
このあと、床に座る方も  
いました。



2019 春季大会フォーラム

## EV への給電システムの最新動向

— 国際標準化、ワイヤレス・接触式給電、走行中給電 —

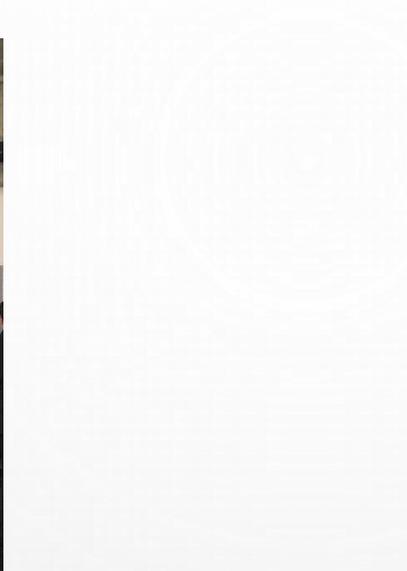
2019FORUM-Y12

開催日 / 2019年5月23日 (木)  
会場 / パシフィコ横浜  
会議センター 315  
主催 / 公益社団法人 自動車技術会  
企画 / ワイヤレス給電システム技術部門委員会

# 2019年3月2日 通信学会ソサエティ大会-WPT研コンテスト @早稲田大学 理工学部



高橋さん



**400 cm 1秒の壁**

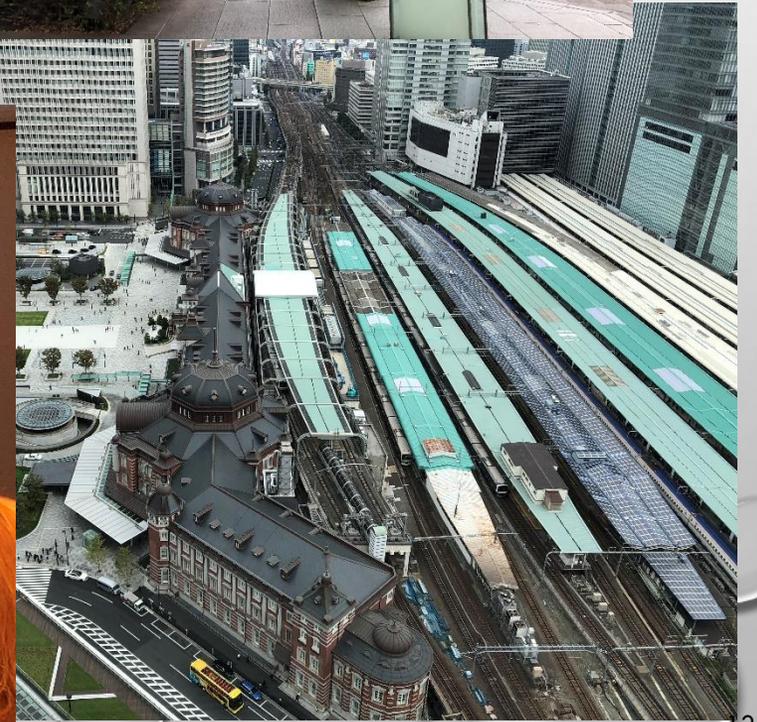
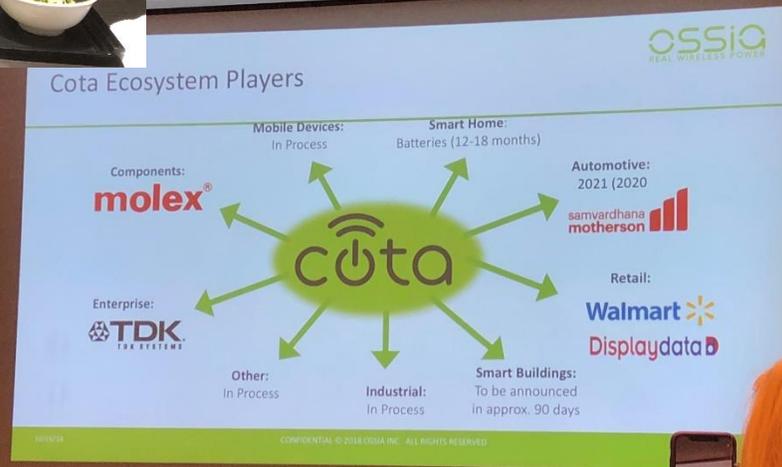
| 項目    | 値     | 単位 |
|-------|-------|----|
| 送信電力  | 400   | W  |
| 伝送距離  | 400   | cm |
| 伝送効率  | 13.5  | %  |
| 電圧変動率 | 14.4  | %  |
| 電圧変動率 | 17.2  | %  |
| 電圧変動率 | 27.08 | %  |

**RF電源:** 11.56 MHz 共振コイル

**ワイヤレス結合器:** 銅テープ電極と基板電極

**RF整流回路:** 8倍電流整流回路

# 2018年10月19日 WIPOT WG2会合 & 幕張CETEC @三菱電機 東京本社





外村さんと最後にお目にかかりました 高橋さんご一緒でしたが写真は撮りませんでした  
2017年9月21日

外村さんは翌年6月に再発、  
2018年8月23日にお亡くなり  
になりました



# ニース(仏)でのディナー 2016年4月



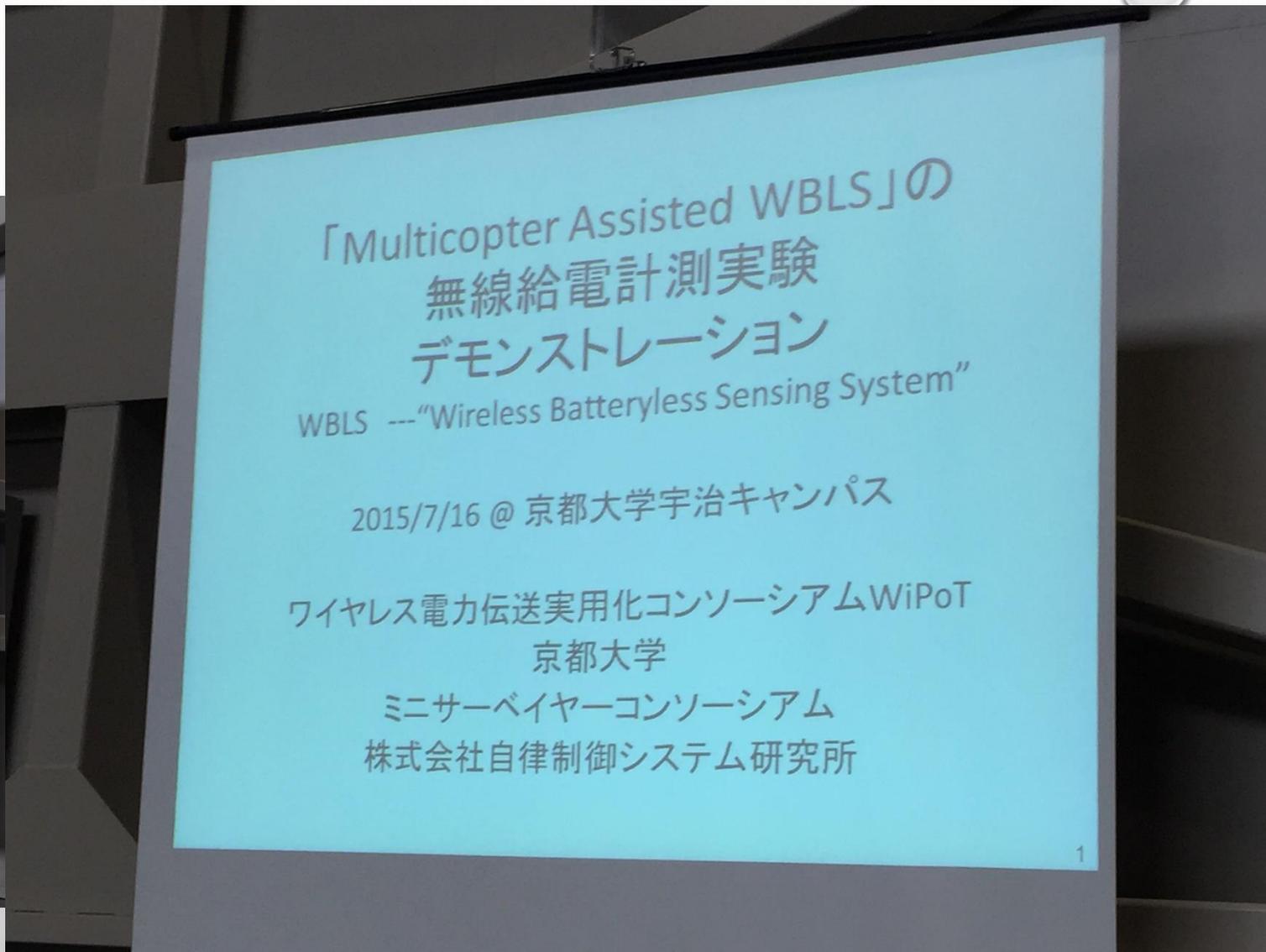
# フランクフルト(独)で ビールと白アスパラを 2016年4月



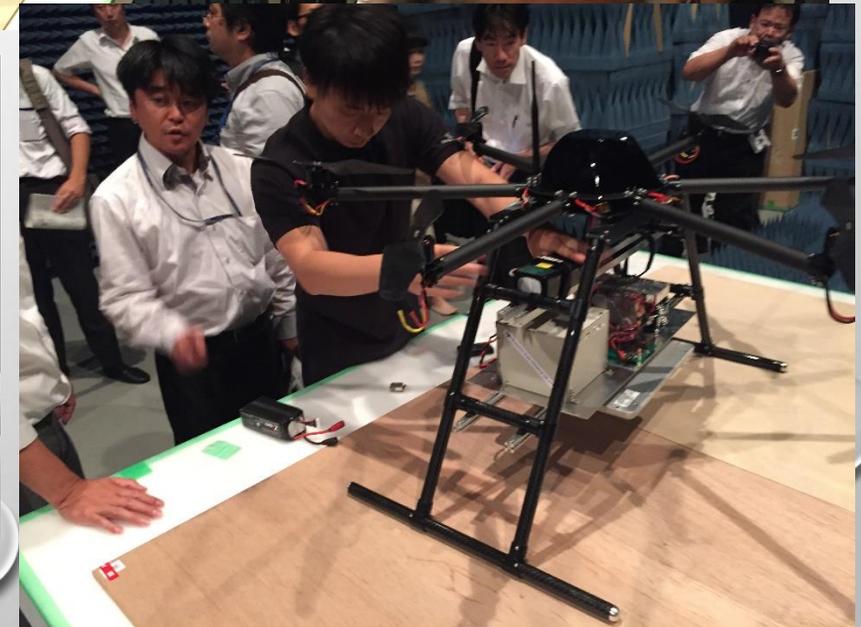
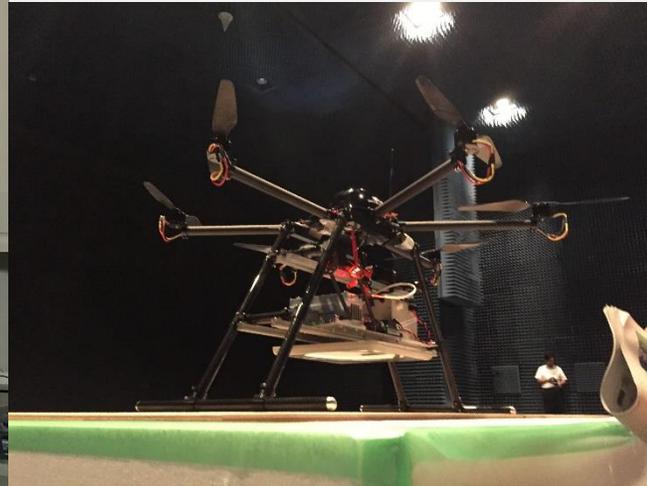
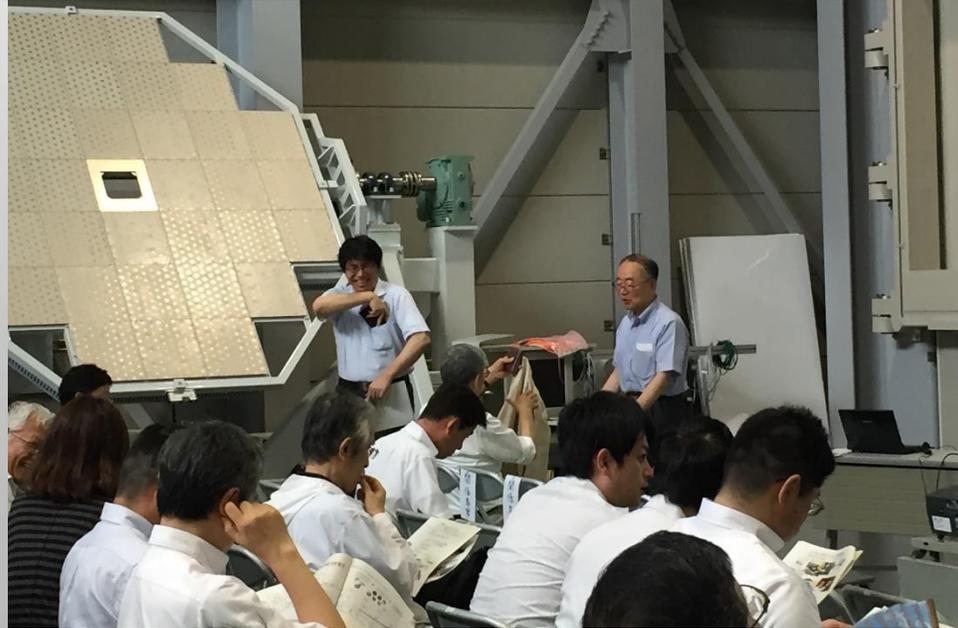
# 2016年4月11日 ; 欧州歴訪調査UMEØ (Sweden) 市内と食事



京大にお世話になった最初の年  
METLABでの研究会  
2015年7月16日



京大にお世話になった  
最初の年  
METLABでの研究会  
デモフライト  
2015年7月16日



生存圏研での通信学会WPT研の懇親会  
伏見 カッパカントリー  
高橋さんは欠席されました  
2016年3月7日



# 日本国内における電動バスの現状



②⑥鹿児島県薩摩川内市



②②島根県太田市



①⑨石川県小松市



①⑥長野市 (WEB-3/4)



①①東京都港区



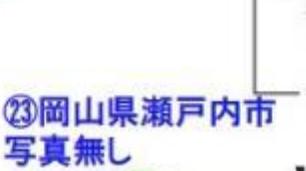
⑥⑥尾瀬 (BYD) 3台



①①青森県七戸町



②⑦鹿児島県徳之島町



②③岡山県瀬戸内市  
写真無し

紫字 国産バス運用中14台+10台  
赤字 海外バス運用中21台  
青字 運用休止/終了12台



①②東京都千代田区



⑦⑦春日部市



②②秋田市



②⑧沖縄県那覇市



②④福岡県北九州市



②⑩三重県伊勢市



①⑦関電立山トンネル



①③東京都千代田区



⑧⑧東京都瑞穂町



③③岩手県宮古市



②⑤熊本市



②①京都 (BYD) 7台



①⑧富山市



①⑤サントリー白州工場



⑨⑨東京都羽村市



④④盛岡市 (BYD)



②⑨沖縄 (BYD) 10台



①⑩東京都墨田区



⑤⑤宮城県気仙沼市

# 電動バス・ワイヤレス給電開発の年度別概要



| 年度     | 2002 (H14)  | 2003 (H15)  | 2004 (H16)  | 2005 (H17)   | 2006 (H18)  | 2007 (H19)  | 2008 (H20)  | 2009 (H21)  | 2010 (H22)  | 2011 (H23)             | 2012 (H24)          | 2013 (H25) | 2014~16 (H26~28)             |
|--------|---|---|---|--|---|---|---|---|---|------------------------|---------------------|------------|------------------------------|
| 公的研究資金 | 「先進電動バスシステム開発・導入可能性調査」NEDO-FS事業   | 「WEB-0」早大自主開発   | 「先進電動マイクロバス交通システムモデル事業」NEDO-モデル事業   | 「電動バスシステムの大都市近郊適合性調査事業」NEDO-FS事業   | 「電動バスシステム研究」早大自主開発  | 「奈良試験運行」奈良県/市   | 「低炭素社会モデル事業」経産省   | 「産官学連携事業」環境省  | 「側面給電」国交省   | 「自然エネルギー活用充電ステーション」埼玉県 | 「チャレンジ25地域づくり事業」環境省 |            | 「CO2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業」環境省 |
| 研究開発   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |                     |            |                              |
|        |   | WEB-0★  | WEB-1★ WEB-2★   | IPS(30kW)★   | IPS(10/60/150kW)★   | WEB-3★ 側面給電★  | WEB-4★  | WEB-3Adv.★ EVメルファ★  |   |                        |                     |            |                              |
| 公道実証試験 |   | @本庄市 (WEB-1&2, 第1~2期)   | @三鷹市 (WEB-2, 第1~3期)   |  |   | @新宿区 (WEB-2)  | @大阪中之島 (WEB-2)  | @熊谷市 (WEB-3)  | @長野市 (WEB-3/4)  |                        |                     |            | @川崎市 (WEB-3Adv.&EVメルファ)      |
|        |   |   |   | @昭島 (WEB-1)  |   | @堺市 (WEB-2)   | @守山市 (WEB-2)  | @奈良遷都1300年 (WEB-2)  | @奈良瑠璃絵 (WEB-1Adv.)  |                        |                     |            |                              |
|        |   |   |   |  |   | @ユーカリが丘 (WEB-1&2)   | (WEB-1Adv.)   | (WEB-1Adv.)   |   |                        |                     |            |                              |

# EVバス用ワイヤレス充電システム



| 製造所     | 東芝               | 昭和飛行機工業                  | Utah State University | WAVE     | 中興通信 (ZTE)      | OLEV Technologies     | INTIS            | Momentum Dynamics | IPT Technology         | IPT Technology               | Bombardier         |
|---------|------------------|--------------------------|-----------------------|----------|-----------------|-----------------------|------------------|-------------------|------------------------|------------------------------|--------------------|
| 型式名     |                  | SIPS30K/50k              |                       |          |                 | OLEV                  |                  |                   | IPT Charge             |                              | PRIMOVE200         |
| 出力      | 44kW             | 30/50kW                  | 25kW                  | 50kW     | 30/60/120kW     | 100kW (20kW x 5)      | 60kW             | 50kW              | 120kW (30kW x 2 x 2)   | 100/200/300kW (50kW x 2/3/4) | 200kW              |
| ギャップ    | 10.5cm           | 12cm/5cm                 | 15~16.5cm             | 20cm以下   | 16~25cm         | 20cm                  | 15cm             | 15~20cm           | 4cm                    | 13cm                         | 1.5~4.5cm          |
| 許容位置ずれ  | 左右20cm<br>前後15cm | ±10cm/±5cm               | 15cm                  | ±12.5cm  | ±15cm           |                       | 左右±5cm           | 40%の円内            | 左右±5cm<br>前後±5cm       |                              | 左右±10cm<br>前後±30cm |
| 効率      | 84%              | 92%/93%                  | 90%                   | 90%      | 90%             | 83%                   | 90%              | 90~91%            | 93%                    | 90%                          | 90%                |
|         | AC~DC            | AC~DC                    | DC~DC                 | DC~DC    | AC~DC           | AC~DC                 |                  |                   | AC~DC                  | AC~DC                        | AC~DC              |
| コイル形状   | Solenoid         | Circular                 | Circular              | Circular | Circular        | Circular              | Circular         | Circular          | Circular               | Circular                     | Circular           |
| 2次コイル寸法 | 62 x 80 x 4.65cm | 120/84.7x120/84.7x 3.3cm | 81cmφ                 | 91cmφ    | 1m <sup>2</sup> | 125 x 69 x 11.7cm x 5 | 200 x 90 x 2.3cm | 122cmφ            | 102.5 x 87.5 x 6cm x 4 | 110 x 108 x 5.5cm x 2/4/6    | 220 x 90 x 10cm    |
| 2次コイル重量 | 107kg            | 60kg/37kg                | 73kg                  |          |                 | 600kg (120kg x 5)     | 60kg             | 22kg              | 280kg (70kg x 4)       |                              | 350kg              |
| 周波数     | 85kHz            | 22kHz                    | 20kHz                 | 23.4kHz  | 85kHz           | 20kHz                 | 35kHz            | 23.5kHz           | 20kHz                  | 20kHz                        | 20kHz              |
| 発表時期    | 2015             | 2008/2011                | 2012/11               | 2016/6   | 2014/9          | 2014/9                | 2014/9           | 2013/9            | 2014/1                 | 2016/1                       | 2014/3             |
| 備考      |                  |                          |                       | 通信はDSRC  | 2次コイル昇降式もあり     | KAISTの事業実施会社          |                  |                   | 2次コイル昇降式               | ニーリング機能                      | 2次コイル昇降式 FOD、清掃装置  |
| 写真      |                  |                          |                       |          |                 |                       |                  |                   |                        |                              |                    |

# 欧州のワイヤレス充電バス



**Milton Keynes**  
(120kW)



**s'Hertogenbosch**  
(120kW)



**Utrecht**  
(100kW) \*



**Södertälje**  
(200kW)



**Braunschweig**  
(200kW)



**Berlin**  
(200kW) \*



**Bristol**  
(100kW) \*



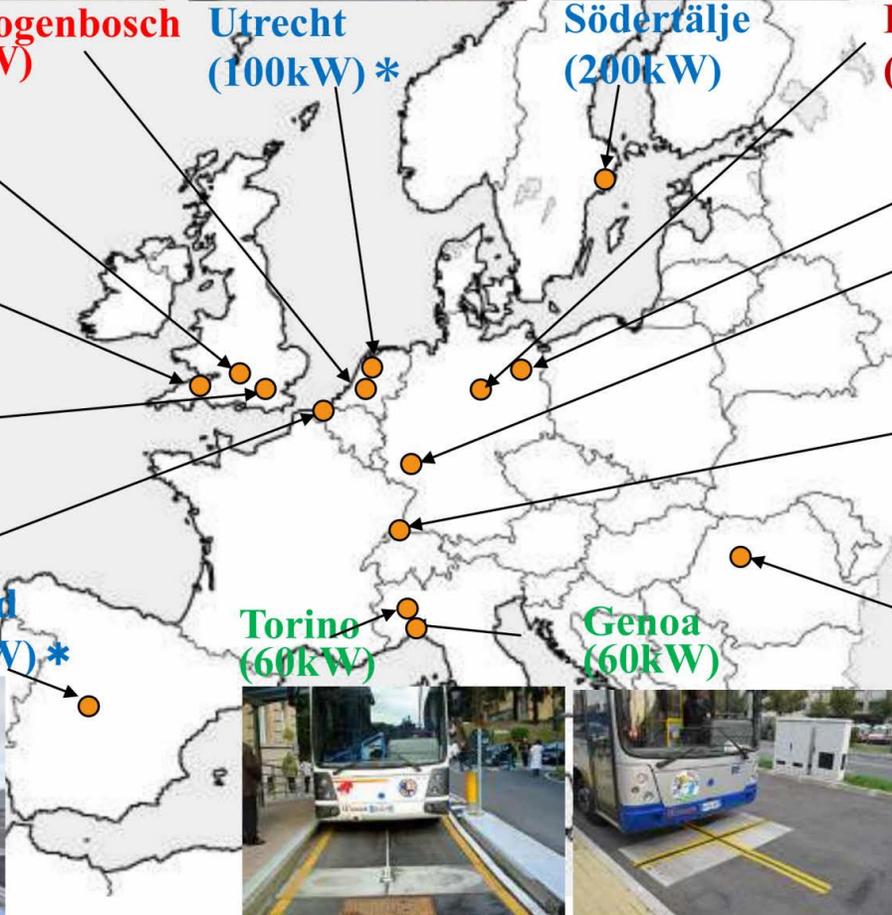
**London**  
(100kW)



**Bruges**  
(200kW)



**Madrid**  
(100kW) \*



**Torino**  
(60kW)

**Genoa**  
(60kW)

**Cluj-Napoca**  
(100kW) \*



**Mannheim**  
(200kW) \*



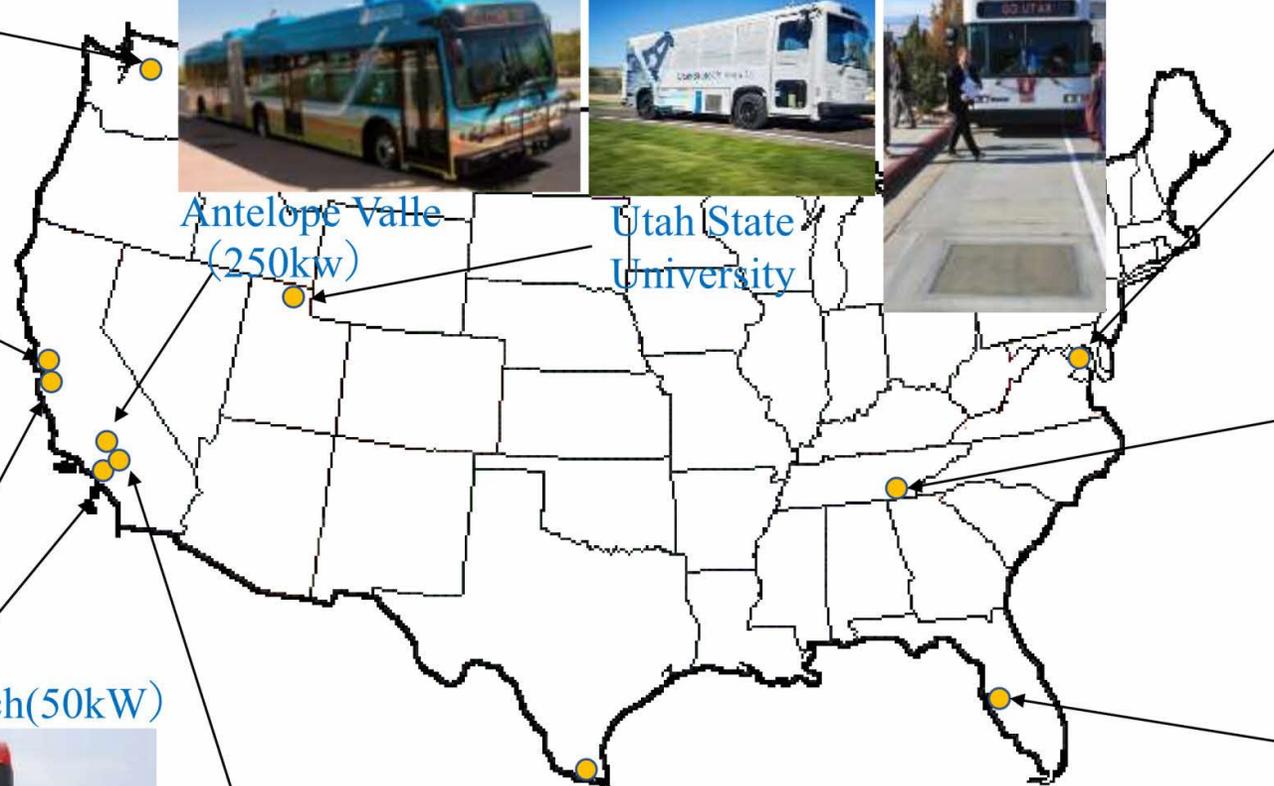
**Basel**  
(60kW)



\* 印写真出典：ネット資料

赤地 2017年11月 (環境省PJ)  
 赤字 2015年10月 (環境省PJ)  
 緑字 2005年10月 (NEDO PJ)  
 暗緑字 2003年8月 (契約訪問)

# 米国でのワイヤレス充電バス



**Wenatchee (200kW)**



**Walnut Creek (50kW)**



**Monterey (50kW)**



**Long Beach (50kW)**



**Antelope Valle (250kW)**



**Utah State University**



**Howard Country (50kW)**



**Chattanooga (200kW)**



**Pinellas Suncoast**



**Lancaster (100kW)**



**McAllen (50kW)**



**赤地 Momentum Dynamics製**  
**青字 WAVE製**  
写真出典：ネット資料

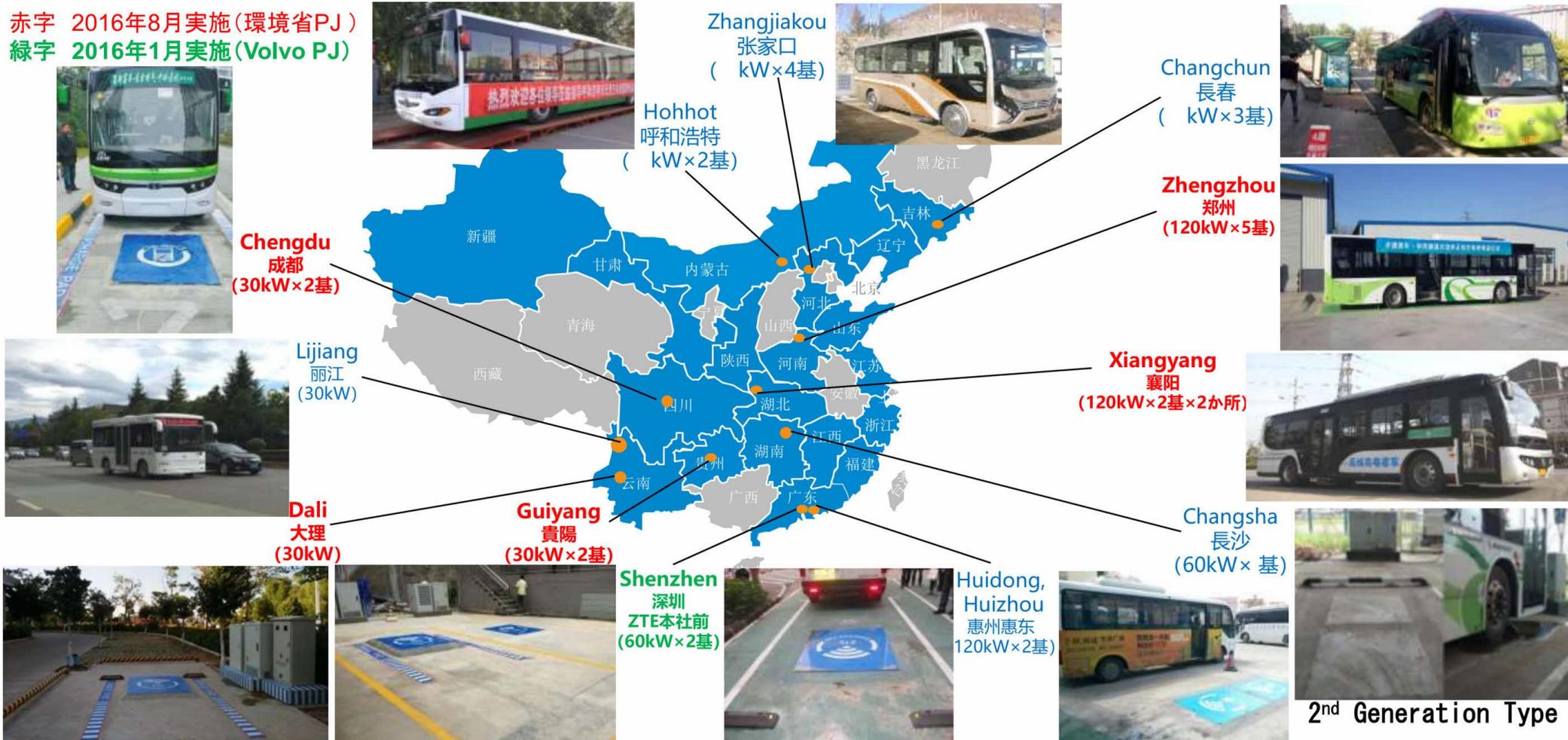
# 中国も目が離せない

## ZTE（中興通訊）のワイヤレス充電バス展開



ZTEが戦略的パートナーシップを結ぶ38市のうちe-BUSを導入した11市(2015年～2017年)

赤字 2016年8月実施(環境省PJ)  
 緑字 2016年1月実施(Volvo PJ)



出典: Evaluation of a Commercial Demonstration Bus Line Utilizing Wireless Charging Technology \_ ZTE 2017

# 欧州の走行中給電プロジェクト



Gävle  
2016年6月開始、  
パンタグラフ式

London  
検討のみ

Lommel  
2012年実験終了

Gothenburg  
2013年6月、  
地上接触式

Gothenburg  
2019年、WPT式



Södertälje  
2016年6月、



Satory  
2017年から実験開始

Torino / SAET`2018年6月  
Torino / POLIT



Malaga  
2015年末から実験  
開始



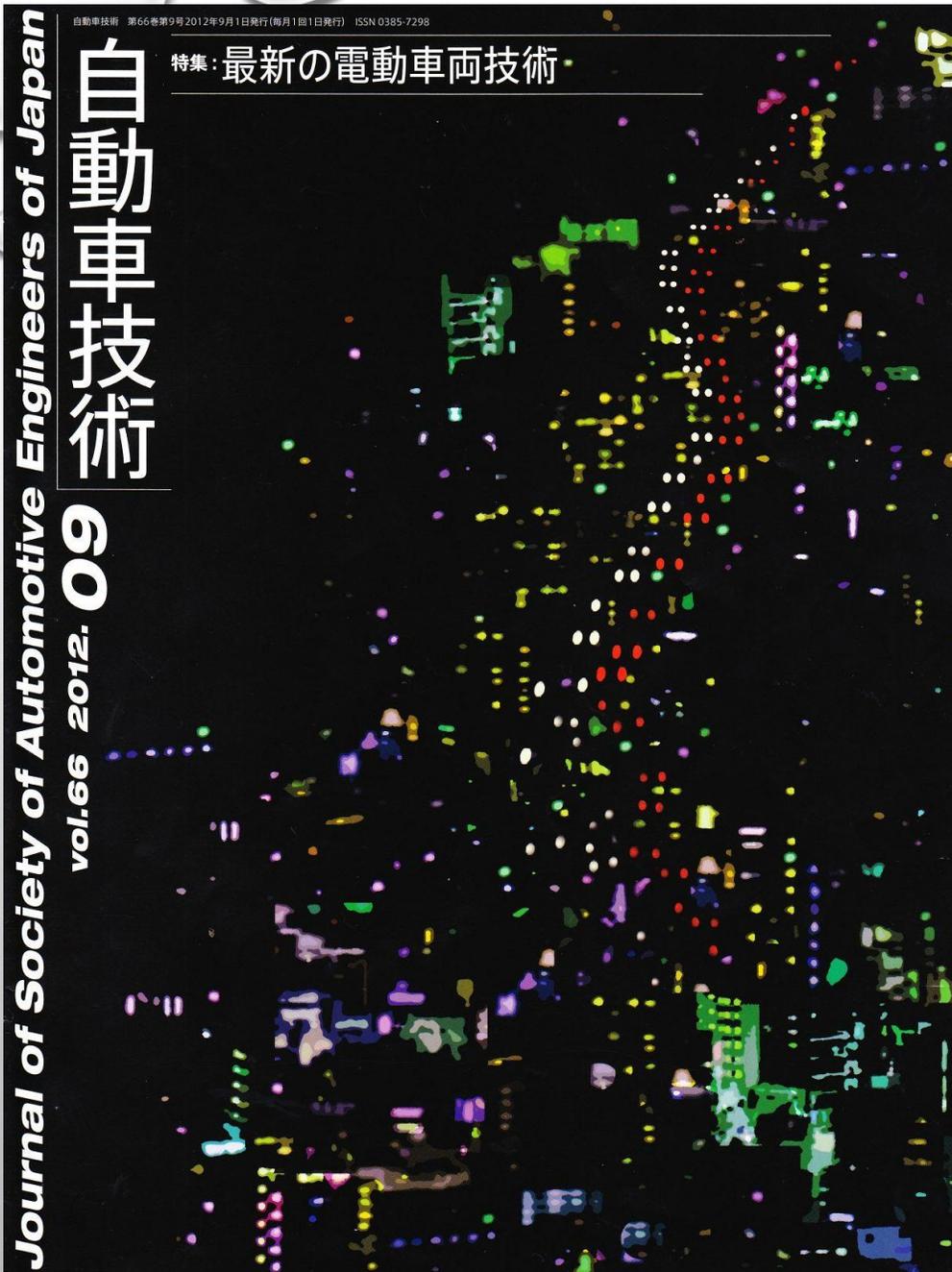
Stockholm  
2018年4月  
スロットカー式



Mannheim  
2015年

デモ段階のものが多く、なかなか実用にならない

写真&図:各社HP/資料より入手



## 共同執筆 高橋・居村・横井 2012年9月

# 日本におけるワイヤレス給電システムの技術動向と今後の展望\*

Technical Progress of Wireless Power Transfer Systems in Japan

横井 行雄<sup>1)</sup> 居村 岳広<sup>2)</sup> 高橋 俊輔<sup>3)</sup>  
Yukio Yokoi Takehiro Imura Shunsuke Takahashi

Wireless Power Transfer (WPT) is one of important technologies to realize new EV and PHEV ages. New electric energy based mobility using WPT which allows light-weighted on-board battery, will open new world. Japan activity of theoretical study and technology development on WPT is now leading in the world to realize new mobility world. On this report we review Japanese activities based on JSAE committee of WPT Systems. Theoretical study, Study of Human Safety, Activity on Evaluation Test, Progress of Standardization are reviewed.

**Key Words :** (Standardized) EV and HV Systems, On Board Charging System, Filling Infrastructure, Standardization (Free) Wireless Power Transfer Systems, Exposure Assessment [A3]

## 1 はじめに

ワイヤレス給電は次世代エネルギー戦略の要の一つであるEV・PHVが本格普及期を迎えるにあたって、重要な技術となりつつある。東日本大震災の直後に公表された「省エネルギー技術戦略2011」でも運輸部門の重要技術に取り上げられている。ワイヤレス給電が実用化した暁には、従来のガソリン自動車とは異なった、モータ駆動、キャパシタなどの蓄電素子と組み合わせた新しい概念の車社会の到来が期待されている<sup>(1)</sup>。この分野の実用化に向けた要素技術の研究開発は日本が世界をリードしてきている。本稿ではワイヤレス給電システム技術部門委員会での活動を中心に、日本における技術動向と今後の展望を報告する。

## 2 理論的研究動向

従来より電磁誘導方式のワイヤレス給電の研究がされてきたが、2007年にMITより大きなエアギャップで高

効率を実現できる磁界共鳴方式の電力伝送が発表され、ワイヤレス給電の技術は一気に注目を集めた。同時にこの時期は、電気自動車(EV)の普及が現実味を帯び始めてきた時期でもあり、EVへのワイヤレス充電への研究に向け各機関が動き始めた時期でもある。

本章では、磁界共鳴と電磁誘導の理論的研究動向について述べる。まず、磁界共鳴であるが、磁界共鳴は電磁誘導の条件を絞った回路トポロジーと一致することが指摘されているが<sup>(2)</sup>、発見の経緯や大エアギャップかつ高効率の電力伝送を容易に実現できることなどから別の技術として分類されている。この磁界共鳴の発表後、筆者らは磁界共鳴と電界共鳴の現象を等価回路で記述できる報告をした<sup>(3)(4)</sup>。これにより、電力伝送効率最大化の計算が可能になり<sup>(5)</sup>、また、等価回路の共振周波数が $1/2\pi\sqrt{LC}$ で表現されることから、コイルの巻き数によって共振周波数を変化させ、kHz帯で共振させることができることを実証した<sup>(6)</sup>。kHz帯で動作させると高効率の電源や整流器を確保しやすいというメリットがある。そして、送信コイルと受信コイルの間に中継コイル(図1)を挿入することで電力伝送距離を延長できる技術が相次いで発表された<sup>(7)(8)</sup>。中継コイルについても、等価回路理論で説明できることが示されている(図2)<sup>(9)</sup>。また、電源をインバータにした場合の電力伝送効率を検討する報告<sup>(10)</sup>など、磁界共鳴に関して近年は多くの報告がある。さらには、13.56MHzにおいても高効率でワ

\* 2012年5月25日受付

1) 長野日本無線㈱

E-mail: yokoiyukio@aol.com

2) 東京大学大学院 新領域創成科学研究科先端エネルギー工学専攻 (277-8561 柏市柏の葉5-1-5 新領域基盤棟7H1)

E-mail: imura@horika-tokyo.ac.jp

3) 昭和飛行機㈱ IPS・EV事業室

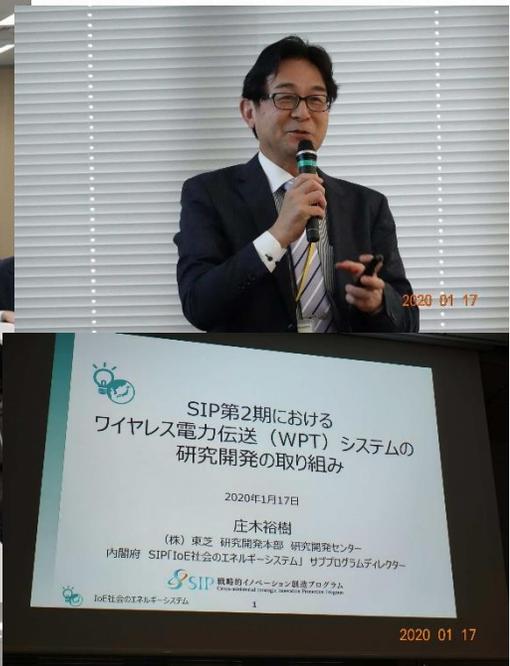
(196-8522 昭島市田中町600)

E-mail: stakahashi@showa-aircraft.co.jp

# 自動車技術会WPTシステム技術部門委員会 2020-1-17 三菱総研 溜池 福の花



# 自動車技術会WPTシステム技術部門委員会 2020-1-17 三菱総研 溜池 福の花



# 自動車技術会WPTシステム技術部門委員会 2019-12-5 パナソニック有明



# 自動車技術会WPTシステム技術部門委員会 2019-12-5 パナソニック有明 懇親会



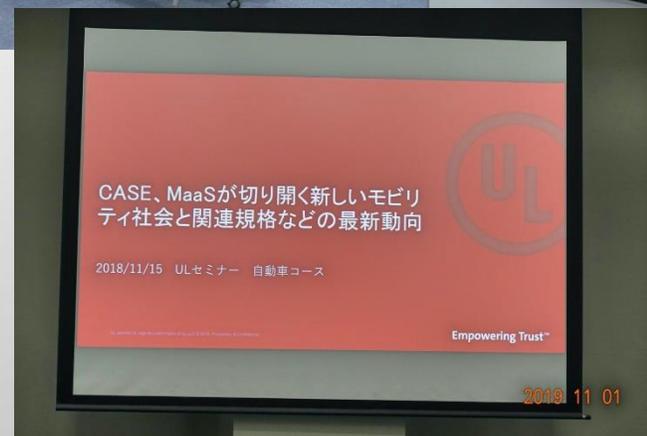
高橋さん



# 自動車技術会WPTシステム技術部門委員会 2019-11-1 奈良先端大 奈良



高橋さん



# 自動車技術会WPTシステム技術部門委員会 2019-11-1 奈良先端大 奈良懇親会



# 自動車技術会WPTシステム技術部門委員会 2019-8-2 日本ケミコン



# 自動車技術会WPTシステム技術部門委員会 2018-12-6 日本ケミコン



2018-12-6 日本ケミコン 懇親会





# 自動車技術会WPTシステム技術部門委員会 2018-10-5 豊橋技大 見学会



自動車技術会WPTシステム技術部  
門委員会  
2018-10-5 豊橋技大 懇親会  
BIRD 94



# 自動車技術会技術部門合同会議 2018-8-23 早稲田理工



# 自動車技術会WPTシステム技術部門委員会 2018-7-20 東大本郷



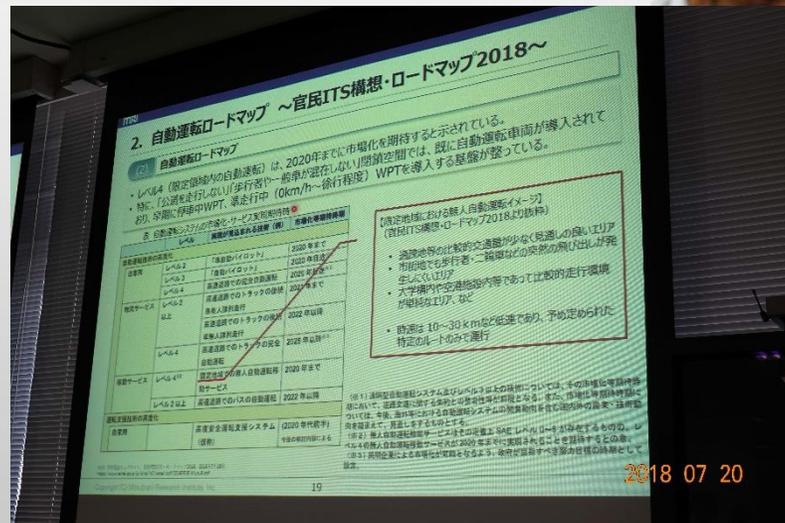
2018 07 20



2018 07 20



2018 07 20



2018 07 20



2018 07 20

# 自動車技術会WPTシステム技術部門委員会 2018-7-20 東大本郷



# 自動車技術会WPTシステム技術部門委員会 2018-6-29 ダイヘン十三見学会



# 自動車技術会WPTシステム技術部門委員会 2018-6-29 ダイヘン十三懇親会



MRI 牧野さんと



# 自動車技術会WPTシステム技術部門委員会 2018-6-29 ダイヘン十三懇親会



# 自動車技術会WPTシステム技術部門委員会 2017-1-20 大分ダイヘンテック



# 自動車技術会WPTシステム技術部門委員会 2011-9-2 長野JRC・信州大・軽井沢



# 長野JRCから バスで 信州大学に移動





# 長野駅から バス移動



# 信州大学; 繊維学部 上田市



# 信州大学; 日本ケミコンの発表 佐久間さん・玉光さん



# 懇親会; 軽井沢豊田通商

当日は台風が襲来して大雨でした



# 新幹線 軽井沢駅 当日は台風一過で乱れてました



## 高橋・外村さんとご一緒したこと 京大大学生存圏研究所研究員のころ

- ・2016年1月；Volvo中国のアレンジで深圳の中興（ZTE）研究所訪問。  
（同行；外村さん、高橋さん、黄さん（京大D3,現富士電機））
- ・2016年4月；欧州4か国を1週間ほどで駆け足で歴訪調査  
（外村さんと三菱総研の起案されたNEDOのFS事業）  
ストックホルム、ウメオ、ハンブルグ、ニース、ジュネーブ
- ・2016年10月；高橋さんと3人で台湾、高尾のLRTの調査

# -2016年1月;深圳の中興(ZTE)研究所訪問



高速船で直接本土に入国



春節前の飾りつけの中で



地下鉄車内で



街中はディーゼルバスが走り回っていましたが。今は全部EVバスに置き換わった。

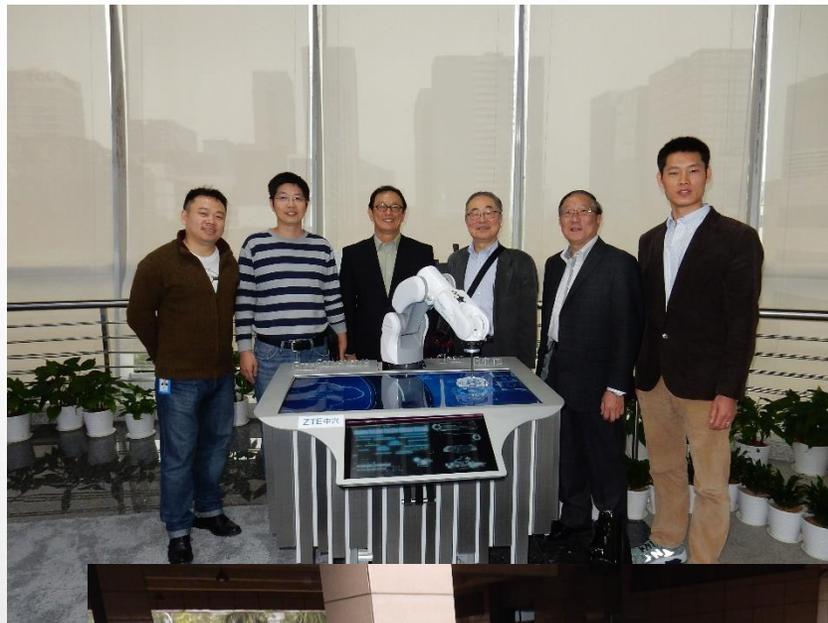
最寄りの地下鉄の出口



# ・中興 (ZTE) 研究所ビル



# ・中興(ZTE)のワイヤレス給電EVバス調査



# ・深圳での食事；夕食と朝食



夕食で黄さんと

朝食はホテルの外で



未公表です！！

平成 28 年度成果報告書

**「戦略的省エネルギー技術革新プログラム/省エネルギー技術開発事業の重要技術に係る周辺技術・関連課題の検討（平成 27 年度第 2 回）/次世代大型商用車への接触式大電力急速充電技術の事業性調査」に係る委託業務**  
**（平成 27 年度～平成 28 年度）**

2016 年 6 月

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

（委託先）ボルボテクノロジー・ジャパン株式会社

株式会社 三菱総合研究所

## 調査地域図



2016年4月11日～18日

欧州4か国を1週間ほどで駆け足で歴訪調査  
(外村さんと三菱総研の起案されたNEDOのFS事業)

## 調査日程

4/11; **STOCKHOLM(SWEDEN)**

4/12; **UMEÅ(SWEDEN)** N63°

4/13; STOCKHOLM(SWEDEN)

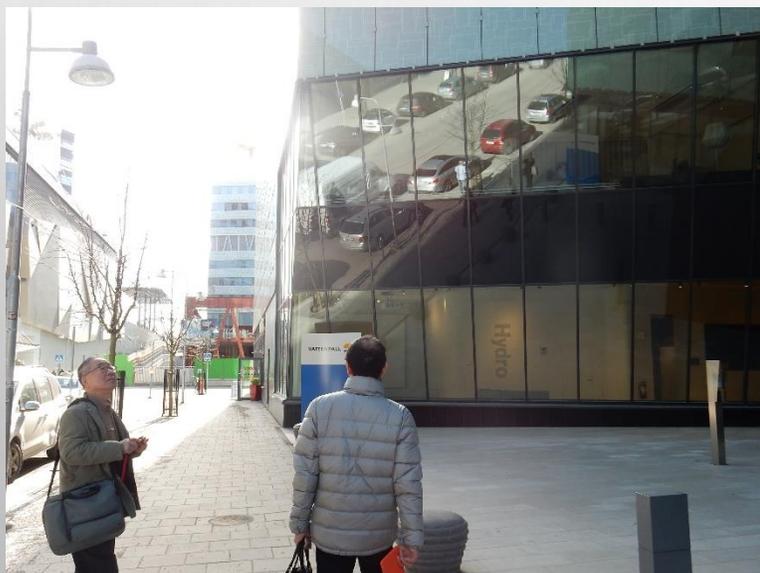
4/14; **HAMBURG(GERMANY)**

4/15; **NICE(FRANCE)**

4/16; **GENEVA(SWISS)**

4/17; FRANKFURT(GERMANY)

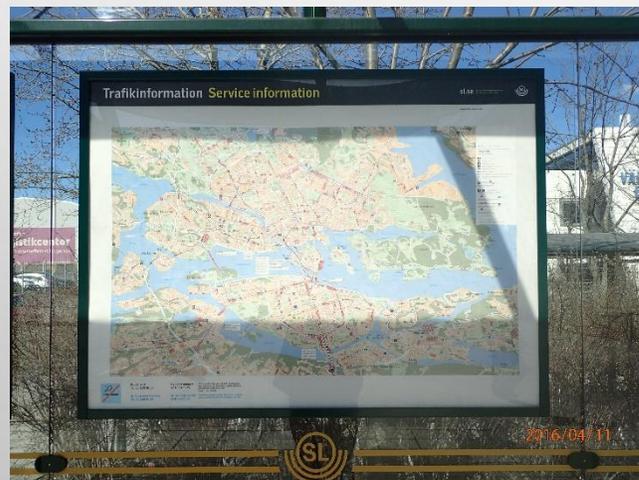
# 2016年4月11日; 欧州歴訪調査Stockholm (Sweden) 地域電力会社Vattenfall



# 2016年4月11日 ; 欧州歴訪調査Stockholm (Sweden) ランチ



# 2016年4月11日 ; 欧州歴訪調査Stockholm (Sweden) EVバス試乗

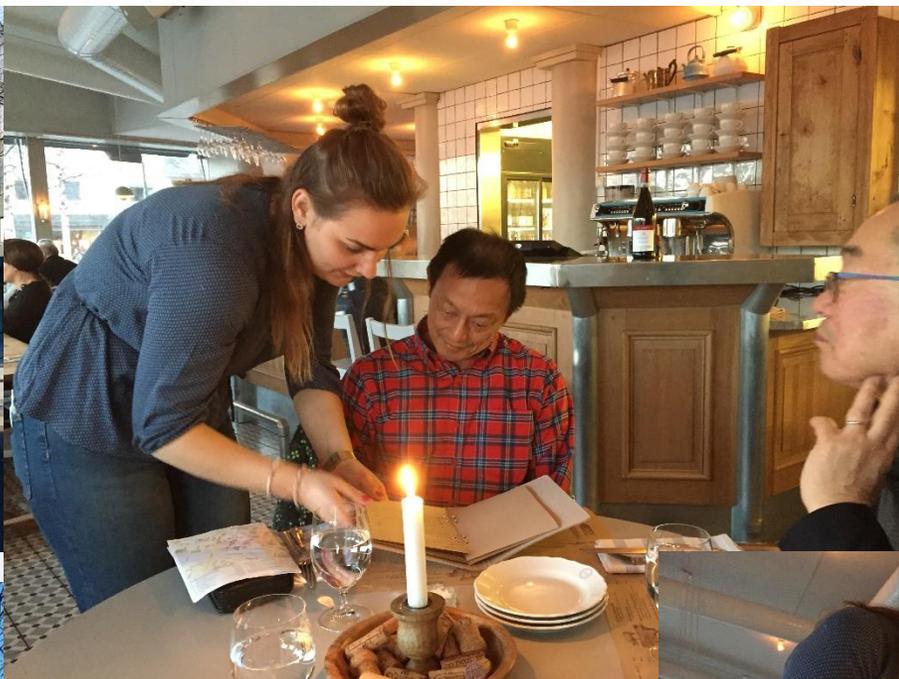


# 2016年4月12日 ; 欧州歴訪調査UMEØ (Sweden)

ストックホルムの北600 km (373 mi)、北極の南400 km (249 mi)にあり、N63° 50分 北極圏N66° 33分以北



# 2016年4月11日 ; 欧州歴訪調査UMEQ (Sweden) 市内と食事



# 2016年4月14日 ; 欧州歴訪調査Hamburg(ドイツ)



# 中心部のバスセンターで調査・測量



# ● 終点のAlstendorf駅前のバス停で調査・測量



# 外村さんお薦めの白アスパラガスとビールでディナー



# 2016年4月15日 ; 欧州歴訪調査NICE(フランス)

眼下にアルプスの山並みが



空港内の  
充電スポット





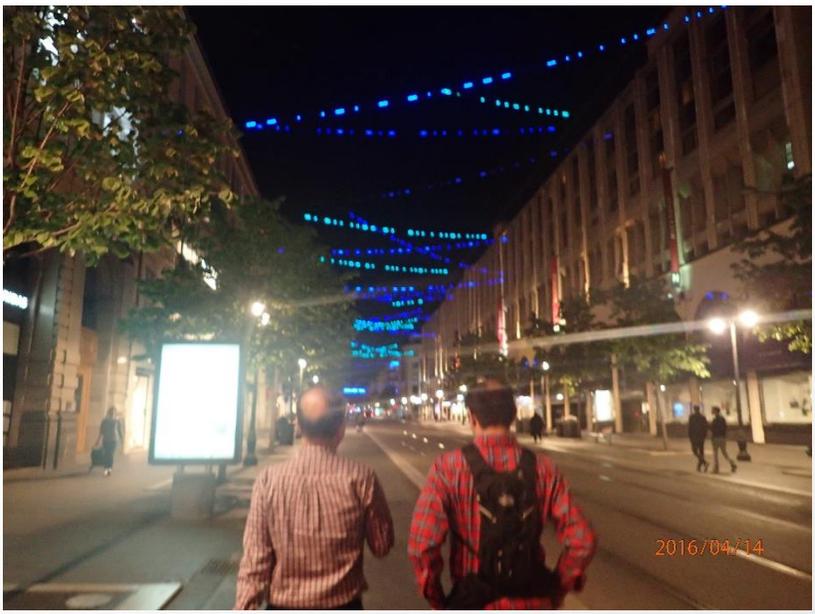
## 空港内でWATT システムのヒア リング



# バスを特別に運行してくれました



# NICEのホテルと市街地とシーフードディナー



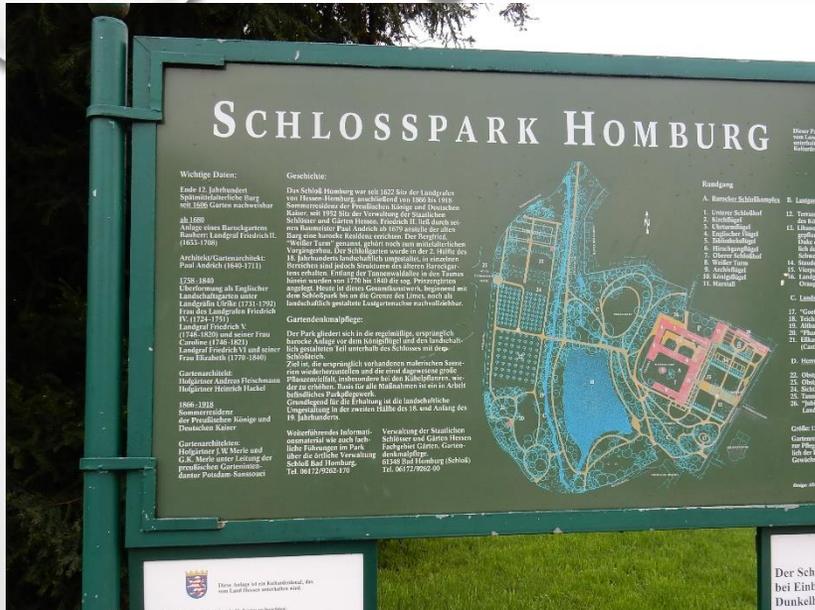
# NICE東部の景勝地Etze村を訪れました



# 2016年4月16日; 欧州歴訪調査Geneva(スイス) 設備は撤去されていきました。2018年に再設置されたようです



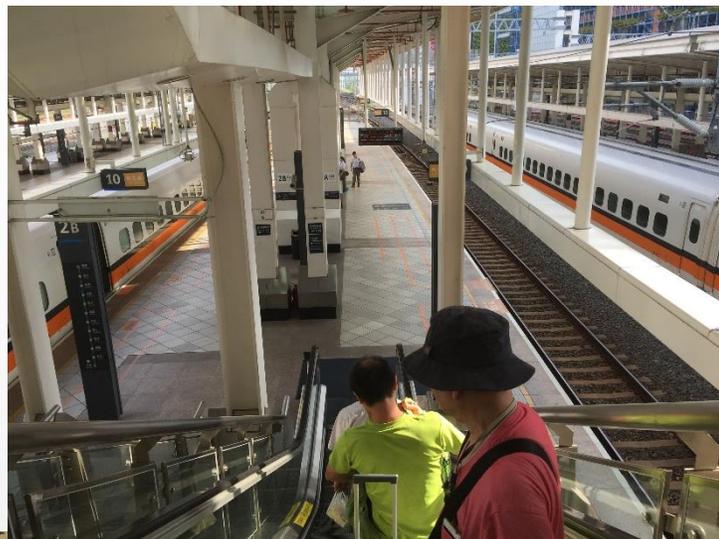
# 2016年4月18日; 欧州歴訪調査Furankfurt(ドイツ)Hof Homburgで温泉を堪能



# 2016年4月18日; 欧州歴訪調査Furankfurt(ドイツ)ツエッペリンパークでランチ



# 2016年10月10日；台湾 高尾LRT調査；台湾新幹線と高尾市内





# 2016年10月12日；台湾 高尾LRT調査；台湾海峡と旧日本軍の要塞



# 2016年10月13日; 台灣 高尾LRT調查 日月潭觀光



# 2016年10月13日 ; 台湾 高尾LRT調査; 台北での夕食



高橋さん  
数々の楽しいご縁をありがとうございました。

ご冥福をお祈り申し上げます